



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 57 205 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 L 21/60
H 01 L 23/50

②① Aktenzeichen: 101 57 205.0
②② Anmeldetag: 22. 11. 2001
④③ Offenlegungstag: 12. 6. 2003

DE 101 57 205 A 1

⑦① Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦④ Vertreter:
Gagel, R., Dipl.-Phys.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
81241 München

⑦② Erfinder:
Oppermann, Hermann, Dr., 10435 Berlin, DE;
Ostmann, Andreas, Dipl.-Phys., 10585 Berlin, DE;
Nieland, Carsten, Dipl.-Ing., 12489 Berlin, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 195 24 739 A1
US 2 001 40 290 A1
EP 03 16 912 A2
JP 20 -001 74 048 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Kontakthöcker mit profilierter Oberflächenstruktur sowie Verfahren zur Herstellung

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kontakthöcker sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung. Der erfindungsgemäße Kontakthöcker wird mit einem Schichtabscheideverfahren hergestellt und setzt sich aus einem Grundkörper mit einer darauf aufgetragenen Profilstruktur zusammen. Die Profilstruktur weist ein oder mehrere Erhebungen auf und wird beispielsweise mit einem vom Aufbringen des Sockels getrennten Schritt der Schichtabscheidung mit Hilfe einer Resistmaske erzeugt. Durch die auf dem Sockel erzeugten Erhebungen wird eine verbesserte Haftung der späteren Kontaktverbindung erreicht. Weiterhin lassen sich mit diesen Erhebungen eventuelle Oxidschichten auf der zu kontaktierenden Anschlussfläche bei der Kontaktierung durchstoßen.

DE 101 57 205 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kontakthöckern, bei dem die Kontakthöcker durch ein Schichtabschreibeverfahren auf ein Substrat aufgebracht werden, sowie Kontakthöcker, die mit einem derartigen Verfahren herstellbar sind.

[0002] Kontakthöcker spielen gerade im Bereich der Halbleitertechnologie eine wesentliche Rolle, da sie für die Kontaktierung von Halbleiterbauelementen oder Chips mit anderen Substraten oder Trägern, wie z. B. Leiterplatten, in denen die Verdrahtung zur Verbindung mit anderen elektrischen Komponenten untergebracht ist, eingesetzt werden. Für die Verbindung der Anschlussflächen der Halbleiterbauelemente, Chips oder Substrate mit den Kontakthöckern können unterschiedliche Techniken angewandt werden. Ein Beispiel ist die so genannte Flip-Chip-Technik, bei der die Kontakthöcker als Anschlusselemente an den Chips angeordnet sind und unter Druck gegebenenfalls mit zusätzlichem Kleber mit den Anschlussflächen eines Trägersubstrates kontaktiert werden. Die Qualität der zwischen den Anschlussflächen des Trägersubstrates und den Kontakthöckern hergestellten Verbindung spielt für den späteren Einsatz der Bauteile eine wesentliche Rolle.

Stand der Technik

[0003] Für die Herstellung von Kontakthöckern auf Substraten sind unterschiedliche Techniken bekannt. Grundsätzlich unterschieden wird hierbei zwischen Abschreibeverfahren, bei denen die Kontakthöcker mit einem Schichtabschreibeprozess auf das Substrat aufgebracht werden, und so genannten mechanischen Verfahren zum Aufbringen der Kontakthöcker.

[0004] Bei den mechanischen Verfahren wird in der Regel ein Golddraht eingesetzt, der an seiner Spitze durch thermische Einwirkung zu einer Kugel geformt ist. Der Golddraht mit der kugelförmigen Spitze wird mit einem entsprechenden Werkzeug auf eine Anschlussfläche des Substrates gepresst, so dass sich die Kugel durch die einwirkende Kraft verformt. Anschließend wird der Draht über der Kugel abgezwickelt, abgerissen oder abgesichert, so dass ein bauchiger Grundkörper mit einer darauf verbleibenden Drahtspitze als Kontakthöcker bzw. Kontaktbump auf dem Substrat verbleibt. Die auf dem bauchigen Grundkörper verbleibende Spitze wird in der Regel mit demselben oder einem anderen Werkzeug anschließend abgeplattet. Diese Technik wird als mechanisches Stud-Bumping bezeichnet und ist beispielsweise aus der US 5,060,843 bekannt. Die Verbindung des Goldmaterials des Kontakthöckers mit der Metallisierung der Anschlussfläche erfolgt hierbei über den aufgewendeten Druck und die daraus resultierende Mikroverschweißung zwischen beiden Grenzflächen.

[0005] Ein Nachteil dieser Technik besteht jedoch darin, dass die Anschlussflächen auf dem Substrat in der Regel nicht vollständig vom Kontakthöcker bedeckt sind und daher beim späteren Einsatz dieses Substrates nicht ausreichend resistent gegen die Einwirkung von Feuchte oder anderen Einflüssen sind.

[0006] Bei der weiterhin bekannten Technik der Erzeugung von Kontakthöckern durch Schichtabschreibeverfahren tritt diese letztgenannte Problematik nicht auf, da durch die Schichtabscheidung die Anschlussfläche auf dem Substrat ganzflächig bedeckt werden kann. Die Erzeugung der Kontakthöcker erfolgt dabei in der Regel in mehreren Stufen:

– Adhäsions- und Sperrschicht werden durch Sputtern oder Aufdampfen auf die Anschlussmetallisierung aufgebracht und anschließend eventuell galvanisch verstärkt. Hierbei werden z. B. Cr+CrNi+Cu, Ti+Pt (+Au), TiW+Au oder TiW+Cu (+Ni) als Materialkombinationen eingesetzt.

– Kontaktmaterial wie z. B. Au, Cu, Ni, SnPb, AuSn, SnAg oder In wird durch galvanische Abscheidung oder durch Aufdampfen aufgebracht. Au, SnPb, SnAg und In können als Lotbumps verwendet werden. Au und In für die Verschweißung. Kontakthöcker aus Au, Ni und Cu können durch einen zusätzlichen Lot- oder Klebstoffauftrag auf den Kontakthöcker oder auf die Substralseite für eine Löt- oder Klebeverbindung genutzt werden.

– Alternativ kann durch eine außenstromlose Abscheidung Ni oder Pd auf die Anschlußmetallisierung (bei Silizium-Wafern eine Al- oder Cu-Legierung) ohne Einsatz von Masken abgeschieden werden. Mit Cu und Au können diese stromlos verstärkt werden.

[0007] Bei der anschließenden Kontaktierung von Halbleiterbauelementen mit Hilfe derartiger, durch Schichtabschreibeverfahren hergestellter, Kontakthöcker tritt jedoch das Problem auf, dass sich in einigen Fällen, insbesondere bei Scher- oder Zugbeanspruchung, die Verbindung der Kontakthöcker mit einer Anschlussfläche wieder löst.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung von Kontakthöckern sowie Kontakthöcker anzugeben, die die Herstellung einer elektrischen Verbindung der Kontakthöcker mit Anschlussflächen oder anderen Anschlusselementen mit einer effektiveren Verbindungsbildung und einer höheren Zuverlässigkeit ermöglichen.

Darstellung der Erfindung

[0009] Die Aufgabe wird mit dem Verfahren und dem Kontakthöcker gemäß den Patentansprüchen 1 bzw. 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sowie des Kontakthöckers sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Bei dem vorliegenden Verfahren wird zunächst eine untere Schicht zumindest eines Kontakthöckers, auch Bump genannt, zur Bildung eines Grundkörpers auf einem Substrat abgeschieden. Zumindest auf den Grundkörper, in der Regel auf das gesamte Substrat, wird anschließend eine strukturierbare Lack- oder Polymerschicht aufgebracht. Geeignete Techniken zum Aufbringen einer derartigen Lack- oder Polymerschicht, wie beispielsweise eine Schleudertechnik, sind dem Fachmann bekannt. Die Lack- oder Polymerschicht wird anschließend unter Freilegung von einem oder mehreren Oberflächenbereichen des Grundkörpers strukturiert, um eine Maske für die Festlegung von ein oder mehreren Erhebungen auf dem Grundkörper des Kontakthöckers zu erhalten. Die Strukturierung der Lack- oder Polymerschicht erfolgt hierbei in bekannter Weise, beispielsweise bei Einsatz eines Photolackes durch geeignete Belichtung und anschließendes Wegätzen oder Auflösen der belichteten oder unbelichteten Bereiche. Nach der Fertigstellung dieser Maske wird eine obere Schicht des Kontakthöckers zur Bildung der ein oder mehreren Erhebungen in die Maske abgeschieden. Die Lack- oder Polymerschicht wird anschließend entfernt, so dass ein Kontakthöcker mit einem durch die untere Schicht gebildeten Grundkörper und darauf durch die obere Schicht ausgebildeten Erhebungen als Ergebnis des Verfahrens auf dem Substrat verbleibt.

[0011] Vorzugsweise erfolgen die Abscheidung der unteren und/oder oberen Schicht mit einem chemischen oder

elektrochemischen Abscheideverfahren. Bevorzugt ist hierbei ein stromloses Abscheideverfahren. Als Materialien für die untere und obere Schicht können die gleichen oder unterschiedliche, elektrisch leitfähige Materialien eingesetzt werden.

[0012] Der Kontakthöcker selbst weist einen durch ein Abscheideverfahren auf ein Substrat aufgetragenen Grundkörper aus elektrisch leitfähigem Material auf, auf dem zumindest in einem Bereich eine makroskopische Profilstruktur in Form von Erhebungen und/oder Vertiefungen ausgebildet ist. Dieser Kontakthöcker kann sowohl nach dem vorangehenden erläuterten Verfahren, insbesondere nach dem Verfahren der Ansprüche 1 bis 11, als auch mit einem anderen Verfahren hergestellt werden. So kann der Grundkörper beispielsweise wie beim obigen Verfahren abgeschieden und die Profilstruktur anschließend durch gezieltes Anätzen von Bereichen der Oberfläche des Grundkörpers gebildet werden.

[0013] Während die mit Schichtabscheideverfahren gemäß den Verfahren des Standes der Technik erzeugten Kontakthöcker eine glatte Oberfläche, d. h. ohne makroskopische Oberflächenprofilierung, aufweisen, wird der erfindungsgemäße Kontakthöcker gezielt mit einer makroskopischen Profilierung versehen.

[0014] Ein gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem Schichtabscheideverfahren erzeugter Kontakthöcker bietet zahlreiche Vorteile. So wird durch die Profilierung die mechanische Verzahnung der Oberfläche des Kontakthöckers mit Klebstoffpasten und Lotpasten sowohl während der Verarbeitung als auch nach der Verbindungsbildung mit den Klebstoffen und Loten gefördert. Die Profilierung führt zu einer verbesserten Aufnahme von Pasten, beispielsweise Klebstoffen oder Lotpasten, beim Dippen des Kontakthöckers in ein entsprechendes Reservoir. Es wird damit ein größeres Transfervolumen für die Paste erreicht, als dies mit glatten Kontakthöckern ohne Oberflächenprofilierung möglich ist. Weiterhin verhindert die Profilierung nach der Verbindung der Kontakthöcker mit einer anderen Schicht bzw. einem anderen Medium eine Delamination entlang der Grenzschichten oder stoppt zumindest eine derartige beginnende Delamination. Dies gilt auch für die Grenzschicht vom Kontakthöcker zu einem Klebstoff oder für die Grenzschicht vom Kontakthöcker zu einem Lot. Die Profilierung erhöht weiterhin die Zuverlässigkeit der späteren Verbindung, da gegebenenfalls entstehende Risse an den Strukturen der Kontakthöcker verankert werden.

[0015] Ein weiterer Vorteil einer derartigen Profilierung des Kontakthöckers besteht darin, dass die Erhebungen bei der Kontaktierung des Kontakthöckers mit anderen Medien, wie beispielsweise einer metallischen Anschlussfläche, zum Aufbrechen von Oxidschichten und zur mechanischen Stabilisierung der Mikroverbindung des Kontakthöckers mit der Anschlussfläche führt. Dies gilt insbesondere bei Einsatz von Kontaktierungsverfahren unter Verwendung von nicht leitenden Klebstoffen. So dringen die Erhebungen des Kontakthöckers bei Flip-Chip-Klebeverfahren mittels nicht leitenden Klebstoffen in die metallische Anschlussfläche des Substrates bzw. Halbleiterbauelementes ein. Dies führt zu einer mechanischen Stabilisierung der Mikroverbindung. Mit den heute üblichen ebenen Kontakthöckermetallisierungen ist eine solche Mikroverformung der Metallisierung der Anschlussfläche im oberflächennahen Bereich nicht oder nur bei Aufwendung sehr großer Kräfte möglich, die aber zu einer mechanischen Zerstörung des Chips führen können.

[0016] Beim Eindringen der Erhebungen bzw. der Profilierung in die metallische Anschlussfläche treten sehr starke lokale Verformungen an der Metalloberfläche und dem angrenzenden Randbereich auf. Bei diesen Verformungen

werden eventuell auf der metallischen Anschlussfläche vorhandene Oxid- oder sonstige Schichten aufgebrochen und durchstoßen. Dabei entsteht zumindest im Bereich der Erhebungen bzw. Profilierung des Kontakthöckers metallischer und damit elektrisch leitender Kontakt mit der Substratmetallisierung. Dies wird mit den heute üblichen ebenen Kontakthöckermetallisierungen nicht oder nur bei Aufwendung so großer Kräfte erreicht, die zu einer mechanischen Zerstörung des Chips führen können.

[0017] Durch eine gezielte Gestaltung der Kontakthöckerprofilierung der vorliegenden Erfindung kann weiterhin eine Verbesserung der mechanischen Stabilität der späteren Verbindung mit einer Anschlussfläche auch bei Scherbeanspruchungen erreicht werden. Diese Erhöhung der mechanischen Stabilität wird durch das lokale Verzahnung der Profilierung und der Substratmetallisierung bewirkt.

[0018] Die Profilierung bzw. die Erhebungen und/oder Vertiefungen werden bei der vorliegenden Erfindung vorzugsweise derart gestaltet, dass sie Noppen, Zylinder, Kegel oder Kegelstümpfe, Pyramiden oder Pyramidenstümpfe sowie kreuz-, stern- oder kreisförmige Querschnitte bilden. Der erfindungsgemäße Kontakthöcker weist somit einen Sockel als Grundkörper mit einer darauf befindlichen kleineren makroskopischen Struktur auf, die durch die Erhebungen und/oder Vertiefungen gebildet wird. Die Materialien, aus denen der Kontakthöcker gebildet wird, können selbstverständlich alle elektrisch leitfähigen Materialien sein, vorzugsweise Metalle. Als Materialien eignen sich insbesondere Nickel, Palladium, Kupfer und Gold.

[0019] Vorzugsweise besteht die Struktur bzw. Profilierung aus mehr als einer Erhebung, da hierdurch eine bessere Verzahnung bei der späteren Verbindung mit einer Anschlussfläche erzielt wird.

[0020] Die Dimensionen der makroskopischen Strukturen auf dem Sockel des Kontakthöckers sowie die Höhe des Sockels werden je nach gewünschter Wirkung gewählt.

[0021] So sollten für eine verbesserte Materialaufnahme, beispielsweise von Klebstoff, die Geometrien der Strukturen an den Klebstoff und die Partikelgröße angepasst sein. Bevorzugt sind dabei folgende Dimensionen:

- Sockel flach (Höhe 3–5 µm);
- Höhe der Erhebungen bzw. Noppen 15–30 µm;
- Breite bzw. Durchmesser der Erhebungen bzw. Noppen 20–30 µm.

[0022] Derart ausgebildete Kontakthöcker können auch verwendet werden, um durch einen mechanischen Preßvorgang die Noppen in kleine Lotpartikel zu drücken, diese aufzunehmen und in einem nachfolgenden Aufschmelzvorgang ein Lotreservoir auf dem Kontakthöcker zu bilden.

[0023] Für einen Einsatz in Verbindung mit einer Meniskus- (Tauch-) Belotung, bei der an den Strukturen beim Herausnehmen aus dem Lotreservoir flüssiges Lot hängen bleiben soll, werden folgende Dimensionen bevorzugt:

- Sockel flach (Höhe 3–5 µm);
- Höhe der Erhebungen bzw. Noppen 15–30 µm;
- Breite bzw. Durchmesser der Erhebungen bzw. Noppen 10–20 µm.

[0024] Für eine verbesserte Verzahnung mit festem Lot, das durch Drucktechnik und Umschmelzen oder von der Leiterplatte kommend aufgebracht wird, werden folgende Dimensionen bevorzugt:

- Sockel flach (Höhe 3–5 µm);
- Höhe der Erhebungen bzw. Noppen 10–20 µm;

- Breite bzw. Durchmesser der Erhebungen bzw. Noppen 15-30 µm.

[0025] Bei einer derartigen Dimensionierung werden auch Risse im Lot entlang der intermetallischen Phase umgeleitet und die Energie für die Verlängerung des Ermüdungsrissses erhöht. Die typische Dicke der intermetallischen Phase liegt bei 5 µm.

[0026] Für das Brechen bzw. Durchstoßen von Oxidschichten bei Einsatz nicht leitender Klebstoffe werden die folgenden Dimensionen bevorzugt:

- Höhe des Sockels 5-30 µm;
- Höhe der Erhebungen bzw. Noppen 5-10 µm;
- Breite bzw. Durchmesser der Erhebungen bzw. Noppen 5-20 µm;
- wobei das Aspektverhältnis, gegeben durch das Verhältnis von Höhe zu Breite bzw. Durchmesser der Erhebungen vorzugsweise zwischen 1 : 1 bis 1 : 3 liegen sollte.

[0027] Beim vorliegenden Verfahren kann die obere Schicht für die Abscheidung der Erhebungen bis zu einer Höhe in die Maske abgeschieden werden, die die Dicke bzw. Höhe der Maske nicht erreicht. Auf diese Weise können steilwandige Strukturen, beispielsweise als zylinderförmige Säulen, auf dem Grundkörper bzw. Sockel des Kontakthöckers erzeugt werden. Es ist jedoch auch möglich, die Abscheidung bis zu einer Höhe durchzuführen, die die Höhe bzw. Dicke der Maske überschreitet. Auf diese Weise können pilzförmige Noppen erzeugt werden, da die Schicht bei einem chemischen oder galvanischen Abscheideverfahren nach Erreichen des oberen Randes der Maske auch seitlich weiterwächst.

[0028] Die Strukturierung der Lack- oder Polymerschicht zur Bildung der Resistmaske kann mit unterschiedlichen Belichtungs- und anschließenden Ätzverfahren erfolgen. So kann die Belichtung einerseits durch exakte Justierung einer Photomaske zu dem bzw. den Grundkörpern der Kontakthöcker auf dem Substrat oder auch ohne eine derartige Justage der Photomaske erfolgen. Wird keine Justage durchgeführt, so muss eine Photomaske mit einem Lochraster eingesetzt werden, bei dem der Lochabstand geringer als die Breite der Grundkörper der Kontakthöcker ist. Auf diese Weise wird unabhängig von der Lage der Maske in jedem Falle zumindest ein Oberflächenbereich jedes Grundkörpers nach dem Ätzen durch die Maske freigelegt. Eine derartige Vorgehensweise hat weiterhin eine deutliche Vereinfachung des Verfahrens zur Folge. Da auf dem Substrat in der Regel eine Vielzahl von Kontakthöckern gleichzeitig erzeugt werden, kann durch Einsatz einer derartigen Maske ohne zeitaufwendige Justage eine deutliche Verkürzung des Herstellungsverfahrens erreicht werden.

[0029] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass mit einer einzigen Maske auch unterschiedliche Substrate mit verschiedener Anordnung der Anschlussmetallisierungen belichtet werden können. Dies reduziert die Zeit und Kosten zur Herstellung solcher Masken erheblich.

[0030] Die Strukturierung der Lack- oder Polymerschicht lässt sich selbstverständlich auch ohne Photomaske durch direkte Belichtung, beispielsweise mittels Holographie, Laser oder Abbildung eines optischen Beugungsmusters, erzeugen. Auch ein anschließendes Ätzen ist nicht in jedem Falle erforderlich, falls ein abtragendes Verfahren, beispielsweise Laserbohren, zur Erzeugung der Masken- oder Resiststruktur eingesetzt wird. Die Öffnungen der Maske werden derart gestaltet, dass sie die gewünschte geometrische Form der Erhebungen bei der anschließenden Schichtabscheidung

festlegen. Sie können sowohl regelmäßig als auch unregelmäßig angeordnet sein, da eine regelmäßige Struktur im vorliegenden Fall keine deutlichen Vorteile gegenüber einer unregelmäßigen Struktur bildet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0031] Das vorliegende Verfahren und die Form der vorliegenden Kontakthöcker werden nachfolgend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens in Verbindung mit den Zeichnungen nochmals kurz erläutert. Hierbei zeigen:

[0032] Fig. 1 schematisch ein Ausführungsbeispiel für einzelne Verfahrensschritte bei der Durchführung des vorliegenden Verfahrens;

[0033] Fig. 2 zwei Beispiele für die Abwandlung einzelner Verfahrensschritte beim Verfahren der Fig. 1;

[0034] Fig. 3 schematisch ein Beispiel für die Belichtung des Lackes bei der Erzeugung der Strukturen für mehrere Kontakthöcker;

[0035] Fig. 4 unterschiedliche Beispiele für die Geometrie der auf den Kontakthöckern vorliegenden Profilstruktur; und

[0036] Fig. 5 zwei Beispiele für relative Dimensionen der Erhebungen erfindungsgemäßer Kontakthöcker.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0037] Fig. 1 zeigt schematisch anhand eines Ausführungsbeispiels die Vorgehensweise bei der Durchführung des vorliegenden Verfahrens. In Fig. 1a ist hierbei ein Ausschnitt eines Wafers 2 dargestellt, auf dem eine Metallisierung 3 mit einer Anschlussfläche aufgebracht ist. Weiterhin ist in dieser Figur der auf der Anschlussfläche der Metallisierung 3 bereits aufgebraachte Sockel 1 des Kontakthöckers 10 zu erkennen, der durch eine Passivierungsschicht 11 hindurch mit der Metallisierung 3 in Kontakt ist. Die Abscheidung eines derartigen Kontakthöckersockels erfolgt in bekannter Weise mit einem chemischen oder elektrochemischen Abscheideverfahren, wie dies beispielsweise auch zur Erzeugung der Profilstrukturen in Fig. 1d schematisch dargestellt ist. Dem Fachmann ist die Technik zur Aufbringung eines derartigen Kontakthöckersockels 1 geläufig, da dies bei den bekannten Verfahren zur Erzeugung von Kontakthöckern durch Schichtabscheidung in gleicher Weise realisiert wird.

[0038] Zur Erzeugung der erfindungsgemäßen Profilierung des Kontakthöckers wird im nächsten Schritt ein strukturierbarer Lack, insbesondere ein Photolack 5, auf das Substrat 2 mit der Passivierungsschicht 11 und dem Sockel 1 des Kontakthöckers aufgebracht, vgl. Fig. 1b.

[0039] Im nächsten Schritt wird diese Photolackschicht 5 mit Hilfe einer Photomaske 7 belichtet. Die Photomaske 7 weist in diesem Beispiel ein gleichmäßiges Lochraster 8 auf, dessen Lochabstand geringer als der Durchmesser des bereits auf dem Substrat befindlichen Kontakthöckersockels 1 ist. Dies ist in Fig. 1c schematisch dargestellt. Nach der Belichtung werden die belichteten Bereiche mit Hilfe einer Ätztechnik aus der Photolackschicht herausgeätzt, so dass eine Resistmaske 6 auf dem Substrat 2 bzw. der Passivierungsschicht 11 und dem Kontakthöckersockel 1 verbleibt.

[0040] Im nächsten Schritt wird diese Anordnung in ein Abscheidebad 12 eingebracht, in dem sich eine Schicht aus Nickel als Erhebungen 4 auf dem Sockel 1 des Kontakthöckers abscheidet bzw. darauf aufwächst.

[0041] Aufgrund des chemischen Abscheideprozesses scheidet sich das Nickel lediglich auf dem metallischen Sockel 1 des Kontakthöckers, und nicht in anderen, nicht-

metallischen Bereichen auf der Passivierungsschicht 11 ab (vgl. Fig. 1d).

[0042] Anschließend wird die Resisumaske 6 bzw. die verbleibende Photolackschicht 5 entfernt. Es verbleibt ein Kontakthöcker 10 mit einer in Form von – in diesem Beispiel zwei – Erhebungen 4 gebildeten Profilstruktur 9.

[0043] Im vorliegenden Beispiel wurde auch der Sockel 1 aus Nickel gebildet, die Metallisierungen 3 bestanden aus Aluminium oder Kupfer.

[0044] Fig. 2 zeigt ein Beispiel für eine Abwandlung des Schrittes d der Fig. 1. In Fig. 2a wird hierbei das Nickel für die Erhebung 4 nicht bis zur vollständigen Höhe der Resisumaske abgeschieden. Fig. 2b zeigt im Gegensatz dazu eine Verfahrensweise, bei der die Schichtabscheidung bis oberhalb der Höhe der Resisumaske 6 erfolgt. Durch diese längere Abscheidung entstehen pilzförmige Strukturen, wie dies aus der Figur ersichtlich ist.

[0045] Fig. 3 zeigt ein Beispiel für die Strukturierung der Photoresistschicht 5 zur gleichzeitigen Erzeugung einer Profilstruktur 9 auf mehreren Kontakthöckern 10. Die weiteren Schichten, wie z. B. die Metallisierung oder die Passivierung sind in dieser Figur nicht dargestellt, da sie für das Verständnis des vorliegenden Verfahrens keine Rolle spielen. In der Figur sind hierbei beispielhaft nur die Sockel 1 weniger Kontakthöcker 10 dargestellt. Selbstverständlich kann auch eine deutlich größere Zahl von Kontakthöckern mit diesem Verfahren in gleicher Weise auf einem Substrat erzeugt werden. Die Strukturierung der Resistschicht 5 erfolgt auch hierbei mit einer Photomaske 7 mit einem gleichmäßigen Lochraster, wobei die Abstände der Löcher geringer sind als die Durchmesser der Kontakthöcker 10. Auf diese Weise werden bei der Erzeugung der Resisumaske 6 in jedem Falle Oberflächenbereiche aller Sockel 1 freigelegt, um dort die Erhebungen 4 erzeugen zu können. Diese Technik erfordert keine Justage der Photomaske, so dass der zeitliche Aufwand bei der Durchführung des Verfahrens reduziert wird.

[0046] Fig. 4 zeigt schließlich in Seitenansicht und in Draufsicht unterschiedliche geometrische Formen der Erhebungen 4 der Profilstruktur 9 auf den erfindungsgemäß ausgestalteten Kontakthöckern 10. So können diese Erhebungen 4 in Draufsicht beispielsweise kreuzförmig (a, b), sternförmig (c, d, e, f) kreisringförmig (g) oder kreisförmig (h) ausgebildet sein.

[0047] Selbstverständlich sind auch andere geometrische Strukturen möglich.

[0048] In Seitenansicht bzw. im Querschnitt können diese Profilstrukturen steilwandig (i) oder auch mit schrägen Wänden (j, k) ausgebildet sein. Auch dies ist schematisch in der Fig. 4 zu erkennen. Die schräg verlaufenden Wände bzw. Flanken werden durch den der Schichtabscheidung der Profilstruktur vorausgehenden Lack- und Belichtungsprozess eingestellt.

[0049] Auch die Querschnittsform des Sockels 1 kann variieren, so dass beispielsweise quadratische, oktaedrische oder kreisförmige Sockelquerschnitte möglich sind.

[0050] Fig. 5 zeigt schließlich zwei Beispiele für mögliche Dimensionen der auf dem Sockel 1 eines Kontakthöckers 10 gebildeten Erhebungen 4. So ist in Fig. 5a ein Beispiel für einen Kontakthöcker 10 dargestellt, bei dem die Höhe der Erhebungen 4 größer ist als die Höhe des Sockels 1. Eine derartige Ausgestaltung eignet sich in hervorragender Weise für eine verbesserte Aufnahme von Klebstoff oder einem anderen flüssigen oder zähflüssigen Medium, die zum Teil für die spätere Kontaktierung erforderlich sind.

[0051] Fig. 5b zeigt ein Beispiel für eine Ausgestaltung der Erhebungen 4, wobei die Höhe der Erhebungen 4 in etwa ihrer Breite bzw. ihrem Durchmesser entspricht, d. h.

mit einem Aspektverhältnis von 1 : 1. Diese Ausführungsform ist besonders für die Durchstoßung einer Oxidschicht auf einer Kontaktierungsfläche geeignet, da die Erhebungen 4 durch diese geometrische Ausgestaltung eine hohe Stabilität aufweisen.

[0052] Selbstverständlich lassen sich die in den Ausführungsbeispielen dargestellten Formen der Kontakthöcker bzw. der Kontakthöckerprofilierung beliebig kombinieren. Weiterhin ist es selbstverständlich möglich, eine Profilierung in Form nur einer oder in Form einer Vielzahl von Erhebungen auf dem Sockel 1 des Kontakthöckers zu erzeugen. Der Fachmann wird die geeignete geometrische Form, Anordnung sowie Anzahl dieser Erhebungen geeignet wählen, um die für den jeweiligen Einsatz günstigsten Eigenschaften zu erzielen.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Grundkörper bzw. Sockel
- 2 Substrat bzw. Wafer
- 3 Anschlussfläche bzw. Metallisierung
- 4 Erhebungen
- 5 Lack- bzw. Polymerschicht
- 6 Resisumaske
- 7 Photomaske
- 8 Lochraster
- 9 Profilstruktur
- 10 Lochöcker/Kontakthöcker
- 11 Passivierungsschicht
- 12 Abscheidungsbad

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kontakthöckern, bei dem eine untere Schicht zumindest eines Kontakthöckers (10) zur Bildung eines Grundkörpers (1) auf einer Anschlussfläche (3) eines Substrates (2) abgeschieden wird, eine strukturierbare Lack- oder Polymerschicht (5) zumindest auf den Grundkörper (1) aufgebracht wird, die Lack- oder Polymerschicht (5) unter Freilegung von einem oder mehreren Oberflächenbereichen des Grundkörpers (1) strukturiert wird, um eine Maske (6) für die Festlegung von ein oder mehreren Erhebungen (4) auf dem Grundkörper (1) des Kontakthöckers zu bilden, eine obere Schicht zur Bildung der ein oder mehreren Erhebungen (4) in die Maske (6) abgeschieden oder eine Struktur in den Grundkörper (1) hineingeätzt wird, und die Lack- oder Polymerschicht (5) anschließend entfernt wird.
2. Verfahren Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lack- oder Polymerschicht (5) derart strukturiert wird, dass die Erhebungen (4) mit einer noppenförmigen, zylinderförmigen, sternförmigen, kegelschalenförmigen oder pyramidenstumpfförmigen Geometrie auf dem Grundkörper (1) gebildet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidung der unteren und/oder oberen Schicht mit einem chemischen oder elektrochemischen Abscheidungsverfahren erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidung der unteren und/oder oberen Schicht mit einem stromlosen Abscheidungsverfahren erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-

durch gekennzeichnet, dass als Materialien für die Abscheidung Ni, Pd, Cu oder Au eingesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidung der oberen Schicht bis zu einer Schichtdicke erfolgt, die unter einer Dicke der Lack- oder Polymerschicht (5) liegt. 5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidung der oberen Schicht bis zu einer Schichtdicke erfolgt, die über einer Dicke der Lack- oder Polymerschicht (5) liegt. 10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturierung der Lack- oder Polymerschicht (5) durch Belichtung unter Einsatz einer Photomaske (7) und nachfolgendes Ätzen erfolgt. 15

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturierung der Lack- oder Polymerschicht (5) durch Belichtung mit Laserstrahlung, durch holographische Belichtung oder durch Belichtung mit einem Beugungsmuster erfolgt. 20

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Photomaske (7) mit einem Lochraster (8) eingesetzt wird, bei dem der Lochabstand geringer als die Breite bzw. der Durchmesser des Grundkörpers (1) ist. 25

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Grundkörper mehrerer Kontakthöcker (10) auf Anschlussflächen (3) des Substrates (2) abgeschieden werden und die strukturierbare Lack- oder Polymerschicht (5) vollständig auf einen Bereich des Substrates (2) mit den Grundkörpern (1) aufgebracht und unter Einsatz der Photomaske (7) mit dem Lochraster (8) durch Belichten und nachfolgendes Ätzen strukturiert wird. 30

12. Kontakthöcker mit einem Grundkörper (1) aus elektrisch leitfähigem Material, der mit einem Schichtabscheidungsverfahren auf ein Substrat (2) aufgebracht ist, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Grundkörper (1) zumindest in einem Bereich eine makroskopische Profilstruktur (9) in Form von Erhebungen (4) und/oder Vertiefungen ausgebildet ist. 35

13. Kontakthöcker nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilstruktur (9) aus zumindest zwei Erhebungen (4) gebildet ist. 40

14. Kontakthöcker nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (4) noppenförmig, zylinderförmig, sternförmig, kegels stumpfförmig oder pyramidenstumpfförmig ausgebildet sind. 45

15. Kontakthöcker nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (4) eine Höhe aufweisen, die zumindest der Höhe des Grundkörpers (1) entspricht. 50

16. Kontakthöcker nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (4) eine Höhe aufweisen, die größer als ihre Breite bzw. ihr Durchmesser ist. 55

17. Kontakthöcker nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (4) ein Aspektverhältnis aufweisen, das zwischen 1 : 1 und 1 : 3 liegt.

18. Kontakthöcker nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen (4) aus einem anderen Material gebildet sind als der Grundkörper (1). 60

19. Kontakthöcker nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (1) 65

eine Höhe von 3–5 µm aufweist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

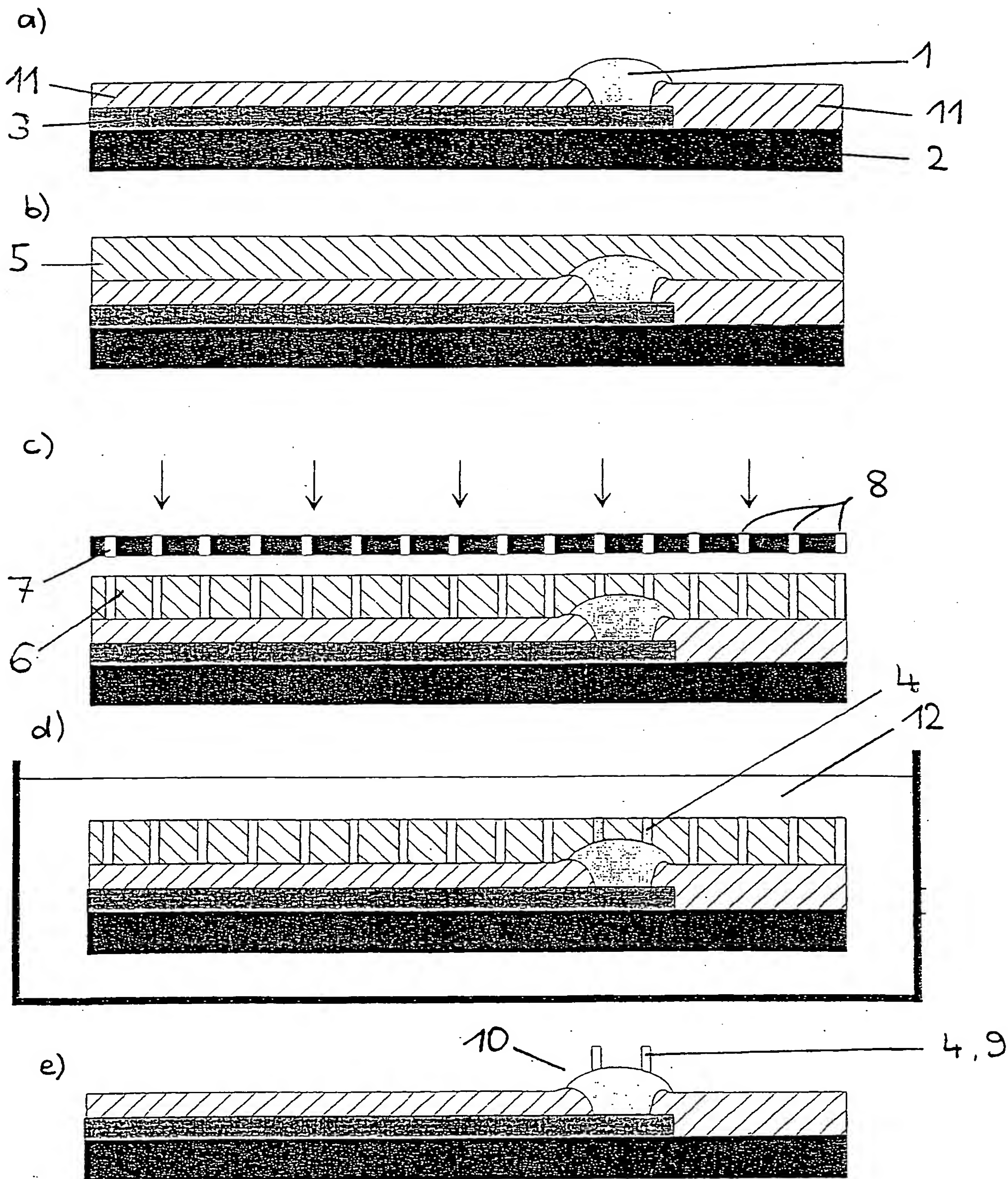


Fig. 1

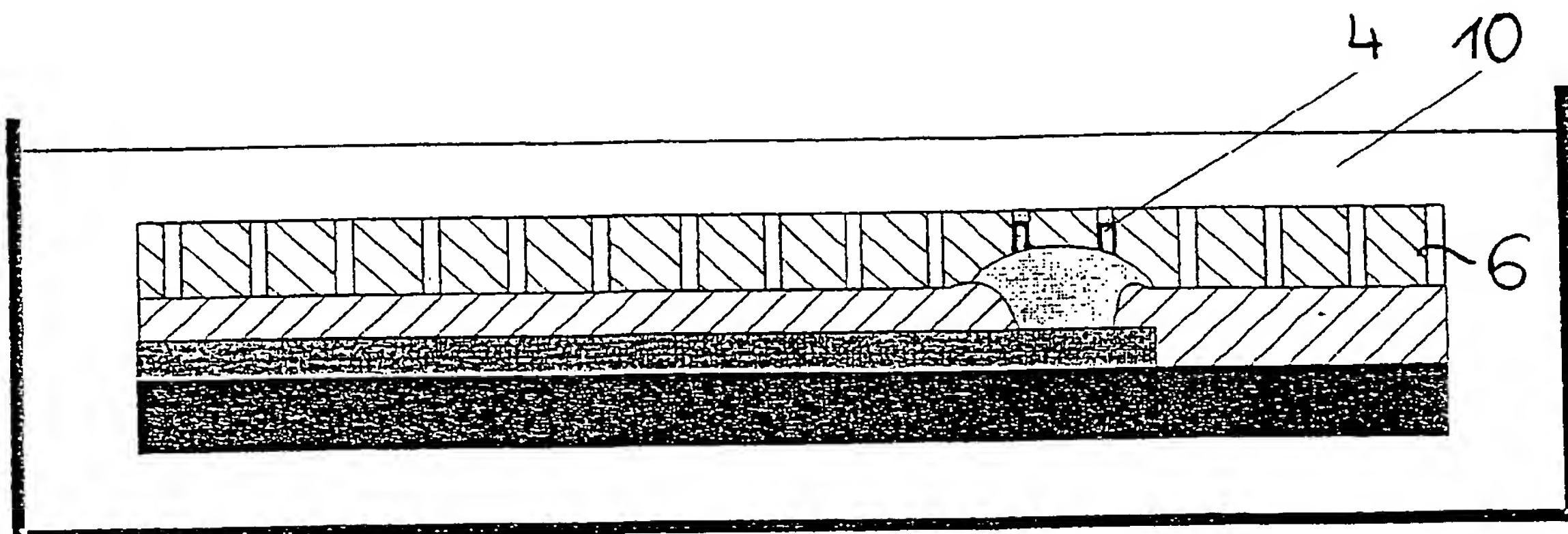


Fig. 2a

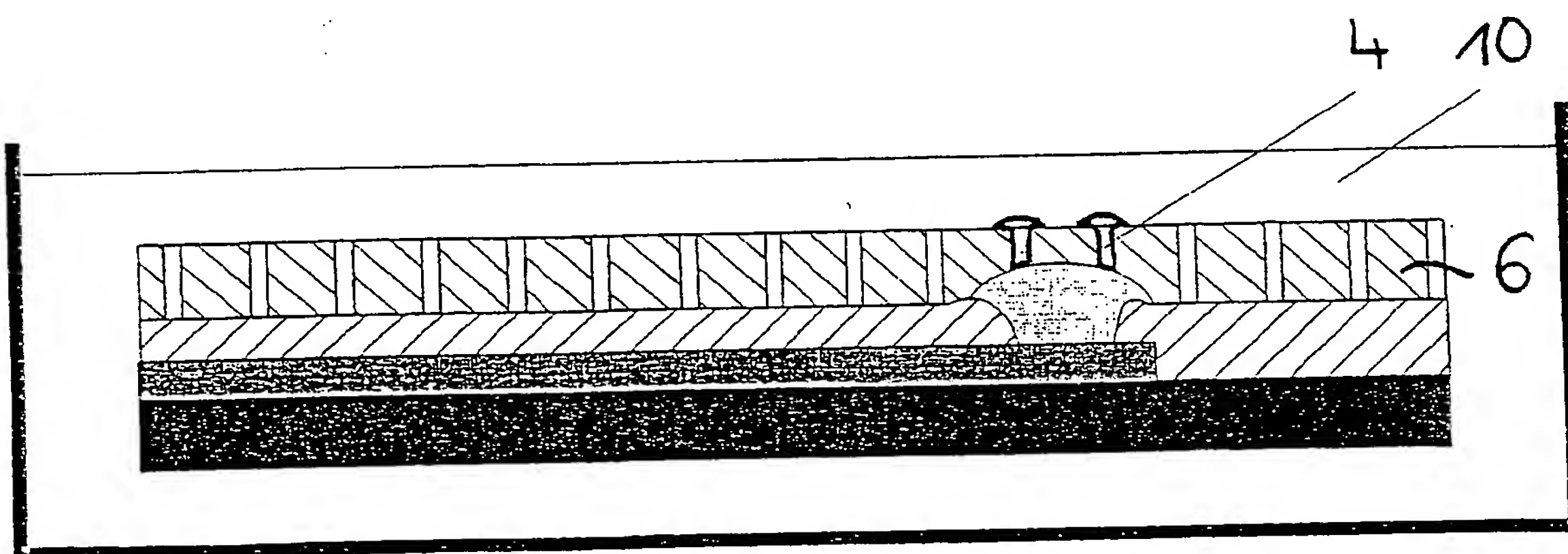


Fig. 2b

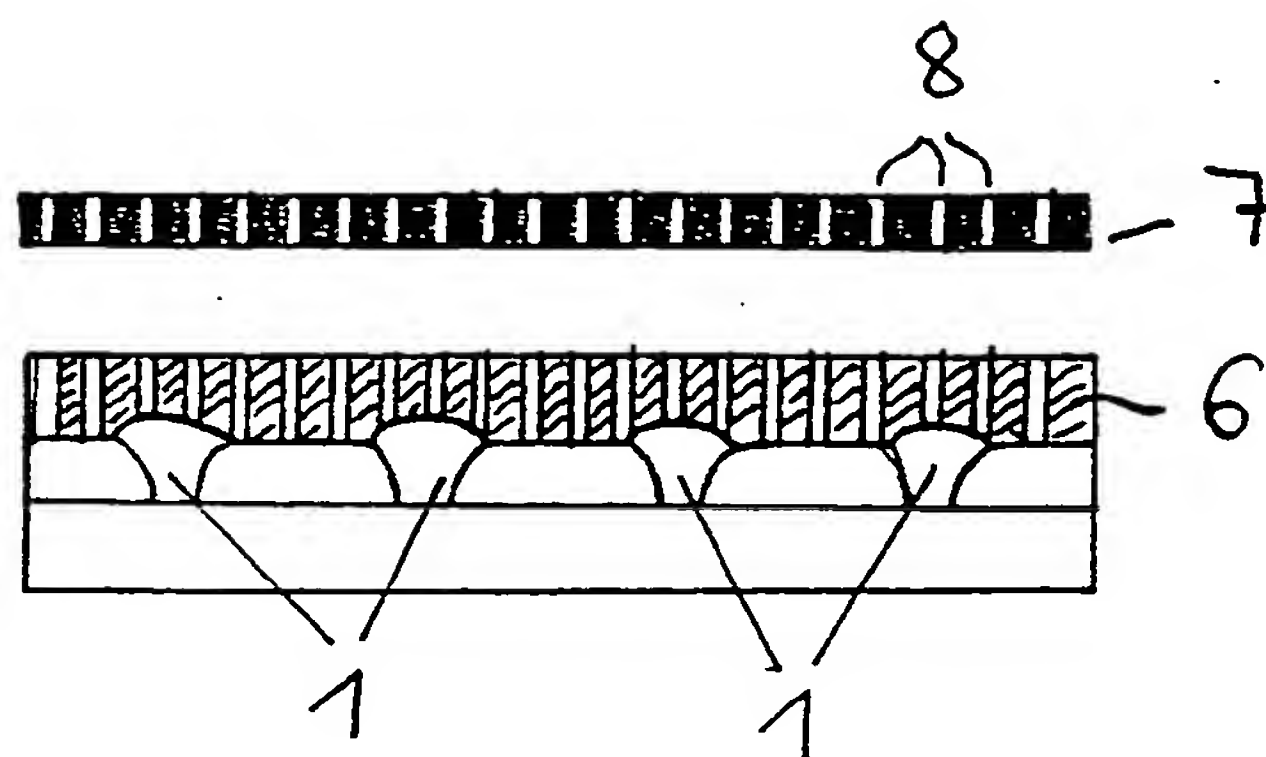


Fig. 3

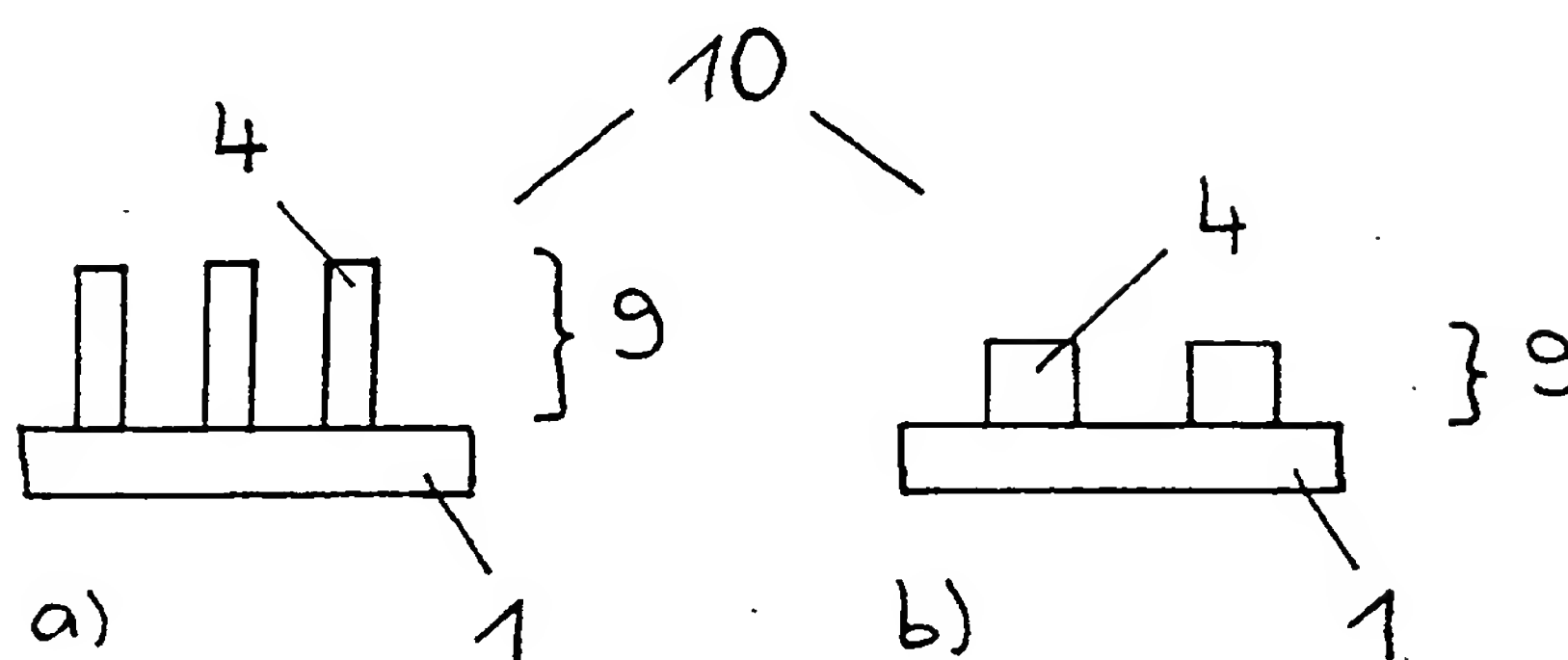


Fig. 5

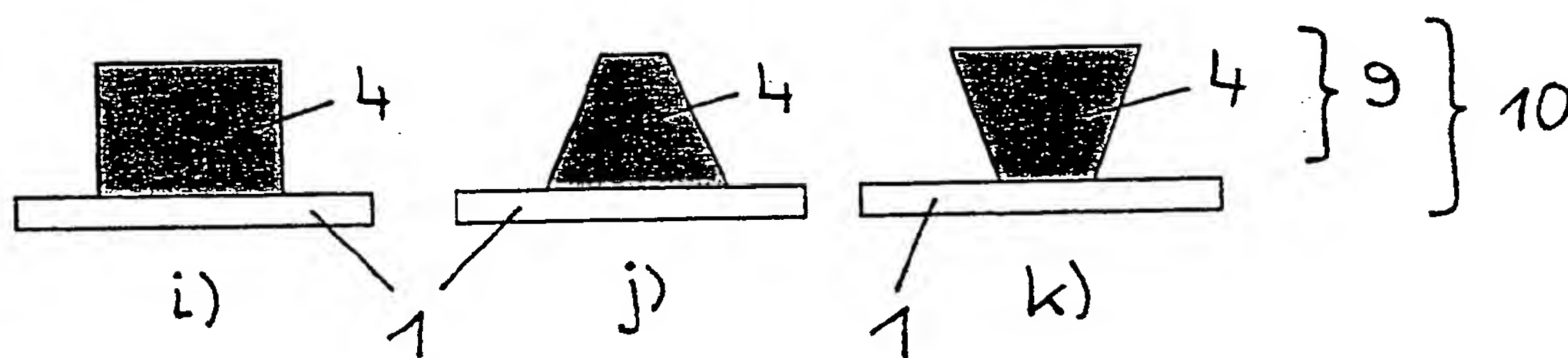
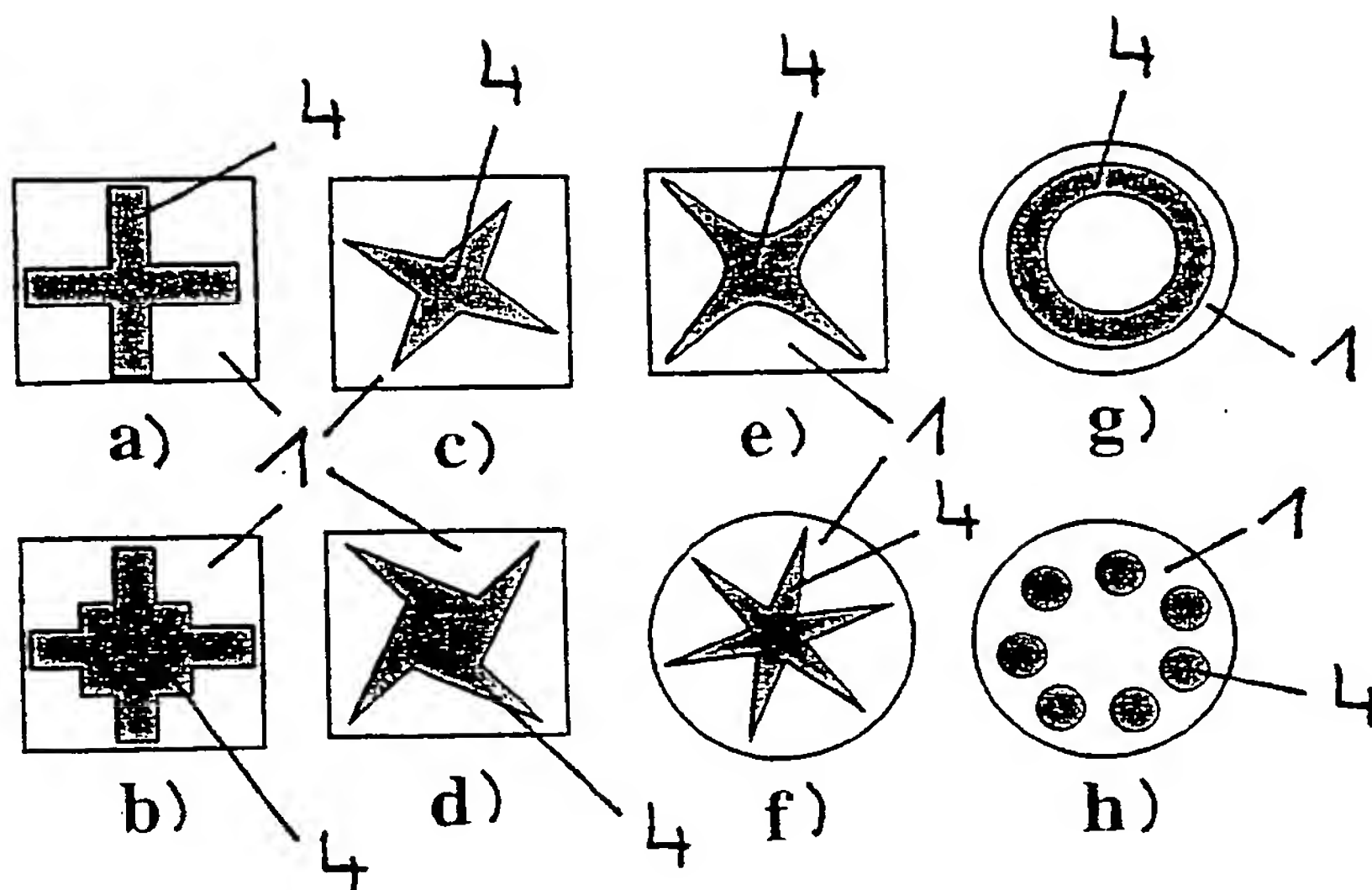


Fig. 4